

Observer, mesurer et modéliser le monde qui nous entoure

La physique de la maternelle au collège avec *La main à la pâte*

David Jasmin, directeur de la fondation *La main à la pâte*

Depuis trente ans, la fondation *La main à la pâte* promeut une approche expérimentale et raisonnée des sciences et de la technologie, favorisant leurs liens naturels avec les mathématiques, le langage, l'histoire des sciences et les enjeux contemporains. L'enseignement de la physique permet aux élèves de se construire un regard rationnel sur le monde en se constituant un socle de connaissances, mais aussi en apprenant par des exemples concrets la démarche scientifique. À travers quelques exemples d'activités menées de la maternelle au collège – ombres et lumière, équilibre, énergie, mesure instrumentée avec le numérique – cet article montre comment une physique élémentaire, expérimentale et inscrite dans l'environnement direct des élèves peut constituer une véritable clé de compréhension du monde tout en leur montrant l'intérêt et l'importance du raisonnement.

La science ne se réduit pas à un ensemble de lois fixes démontrées ; elle constitue avant tout une manière d'interroger le réel, en se fondant sur l'observation des phénomènes, la confrontation des idées à l'expérience et la construction progressive de modèles explicatifs. Cette approche scientifique du monde doit être initiée très tôt, bien avant l'introduction de formalismes élaborés, en s'appuyant sur des activités alliant questionnement, investigation, expérimentation et raisonnement.

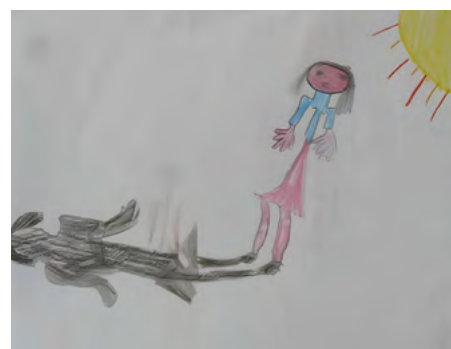
Depuis trente ans, la fondation *La main à la pâte*, en partenariat avec les communautés scientifiques et éducatives, œuvre à promouvoir cette approche expérimentale et raisonnée des sciences à l'école et au collège. Elle a ainsi déployé sur tout le territoire des actions et des centres de formation et de ressources qui bénéficient chaque année à plusieurs dizaines de milliers de professeurs et à travers eux à plus de 800 000 élèves.

La physique se prête particulièrement bien à la mise en œuvre d'une démarche scientifique dès le plus jeune âge : identifier les paramètres pertinents pour décrire un

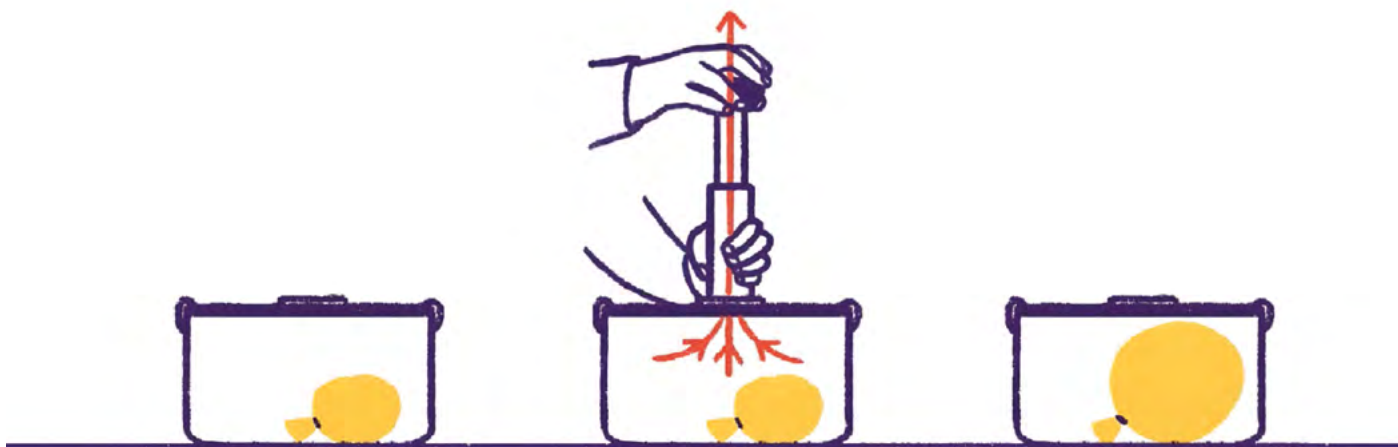
phénomène, en faire varier certains et observer les effets produits, puis rechercher et modéliser des relations stables entre les grandeurs constituent le cœur même de la pratique du physicien. Cette pratique peut être adaptée et se décliner de nombreuses manières selon l'âge des élèves et les sujets traités.

Observer son ombre à la maternelle

Dès la maternelle, l'étude des ombres et de la lumière offre une première rencontre avec la physique. En observant et dessinant à la craie les contours de l'ombre de leur corps dans la cour de l'école à différents moments de la journée, les élèves constatent que sa longueur et sa direction varient^(a) (fig. 1). Ils sont alors conduits à comparer les situations, à identifier ce qui change – la position du Soleil – et ce qui reste invariant – leur corps – première étape pour isoler un paramètre et rechercher des relations causales. Pour les plus grands, on pourra reproduire cette situation en faisant varier la position d'une source lumineuse artificielle



1. Mise en place de séquence *Mon ombre au soleil* dans une classe de maternelle (photo d'observation d'ombre dans la cour et dessin d'enfant associé)



2. Schéma sur la pression de l'air extrait du livre *40 expériences de physique élémentaire issues des leçons de Marie Curie*.

ou sa distance avec l'objet qu'elle éclaire (planchette de bois, stylo, silhouette en papier...). Sans introduire de vocabulaire technique, ce type d'activité offre une première porte d'entrée vers la compréhension du monde physique, en montrant que des phénomènes observés dans le quotidien et dans la durée obéissent à des régularités.

Mesurer la Terre : sur les pas d'Ératosthène

Le projet *Sur les pas d'Ératosthène*^(b) qui donne lieu chaque année à des échanges de mesures entre les écoles de nombreux pays^(c), est une manière de retravailler les



3. Des élèves de collège (cycle 4) pompent l'air de la boîte et font gonfler le ballon de baudruche fermé qui y est enfermé (voir figure 2).

notions d'ombres et de lumière avec un ancrage mathématique et historique supplémentaire. Ce projet illustre de manière particulièrement féconde les liens naturels entre physique, mathématiques, géographie et histoire des sciences. Il permet aux élèves de comprendre et de mettre en œuvre les observations et le raisonnement élaboré par Ératosthène, directeur de la bibliothèque d'Alexandrie, au III^e siècle avant notre ère. À partir de la mesure de l'ombre d'un bâton vertical (gnomon) à midi solaire, les élèves déterminent un angle associé à la position du Soleil. Sans recourir à des formules trigonométriques, mais en s'appuyant sur des observations, des comparaisons et des relations de proportionnalité accessibles dès la fin de l'école primaire, les élèves vont avoir à mesurer la hauteur du soleil au midi solaire et comprendre que celui-ci est dépendant du jour de l'année et de leur position. La démarche prend tout son sens lorsque les mesures sont comparées avec celles réalisées simultanément par d'autres classes situées sous d'autres latitudes. Les élèves sont alors amenés à passer d'une mesure locale, celle de la longueur de l'ombre observée dans leur environnement immédiat, à une estimation globale de la circonférence de la Terre, mettant en évidence la puissance explicative du raisonnement du génial savant.

Ce type d'activité présente également l'intérêt de faire travailler les élèves sur des notions mathématiques souvent perçues comme abstraites, en particulier la notion d'angle, en les inscrivant dans une situation

concrète et porteuse de sens. L'inscription explicite de ce type d'activité dans l'histoire des sciences permet enfin de montrer que les outils mathématiques et les modèles physiques se sont construits pour répondre à des questions fondamentales sur le monde (mesurer la taille du globe dans le cas d'Ératosthène).

Physique élémentaire et histoire des sciences : les leçons de Marie Curie

À l'école élémentaire, les leçons de Marie Curie adaptées pour les classes par la fondation *La main à la pâte* en 2023 à l'occasion de l'Année de la physique^(d) constituent un autre exemple emblématique d'une approche expérimentale de la physique. Inspirées des cours que Marie Curie dispensait au début du XX^e siècle à ses enfants et aux enfants de ses amis, ces leçons articulent étroitement histoire des sciences, expérimentation et compréhension de principes de physique élémentaire.

Les élèves y explorent des situations fondamentales – équilibre de balances, flottabilité, densité, pression... – à partir de dispositifs simples (fig. 2 et 3). Ils mesurent la masse de l'air, fabriquent un château d'eau, transvasent de l'air d'un gobelet à un autre dans une bassine... La référence à Marie Curie contribue par ailleurs à donner une dimension humaine et historique à la physique. Ces leçons rappellent que la science progresse à partir de questions



De la maternelle au collège, il est possible de faire vivre aux élèves une physique concrète et expérimentale, fondée sur l'observation des phénomènes, la mesure et la recherche de relations entre grandeurs.



simples, posées à partir de l'observation du réel et fait appel à l'expérimentation pour formuler des règles générales ou des lois physiques.

L'énergie : un concept abstrait à construire progressivement

Le concept d'énergie constitue un fil conducteur de l'enseignement de la physique à partir de la fin de l'école primaire qui se distingue par son niveau d'abstraction. Contrairement à des grandeurs familières comme la distance ou le temps, l'énergie n'est perceptible qu'à travers ses effets. Il est donc souhaitable de construire cette notion progressivement à partir de situations expérimentales concrètes qui seront enrichies au fur et à mesure des apprentissages de la scolarité par des activités interdisciplinaires.

Le site Internet de la fondation *La main à la pâte* propose ainsi une progression pédagogique étalée du CM1 à la fin du



4. Deux façons de tester l'influence de la masse d'un objet en gardant sa forme constante. À gauche, les élèves utilisent des coquilles creuses remplies d'une quantité croissante d'un même matériau. À droite, les élèves comparent les impacts créés par une balle de ping-pong et une bille en verre de même diamètre. Outre cette première situation, d'autres activités disponibles sur le site Internet de *La main à la pâte* permettent de prolonger la construction du concept par l'observation des modifications de matière (fonte d'un glaçon, fusion d'un carré de chocolat), l'étude des sources et des formes d'énergie et, au collège, l'analyse de chaînes énergétiques liées à des dispositifs technologiques.

collège^(e) pour aider les élèves à appréhender expérimentalement le concept d'énergie et à l'articuler avec d'autres notions physiques (formes d'énergie, transformations, conservation).

Une première approche expérimentale consiste à étudier l'impact d'une bille lâchée sur un tas de semoule (fig. 4). Les élèves observent que le diamètre du cratère dépend à la fois de la masse de la bille et de la hauteur de la chute : plus la bille est lourde ou lâchée de plus haut, plus le diamètre du cratère formé est important. Cette activité se déroule en deux temps : dans un premier temps, les élèves constatent ces variations sans encore relier ces paramètres à l'énergie ; dans un second temps, l'enseignant formalise progressivement le concept d'énergie pour amener les élèves à comprendre la relation entre les variables expérimentales (hauteur, masse) et cette grandeur. Ils établissent ainsi de deux manières que la bille possède plus ou moins d'énergie au moment de l'impact en fonction de son altitude et de sa masse.

En articulant l'expérience, les outils mathématiques et les enjeux contemporains liés à la production et à l'usage de l'énergie, cette progression favorise une compréhension concrète et raisonnée d'un concept qui, par nature, est difficile d'accès aux élèves. Elle montre que l'énergie peut se manifester dans l'environnement direct des élèves et devenir un véritable outil d'analyse du monde physique.

Mesurer et représenter avec le numérique : l'exemple de FizziQ

Les outils numériques renouvellent profondément les pratiques expérimentales en classe en facilitant l'accès à la mesure quantitative et cumulative des phénomènes physiques. L'application FizziQ^(f) codéveloppée par Trapeze-Digital et la fondation *La main à la pâte* permet d'exploiter les capteurs intégrés des smartphones et des tablettes – accéléromètre, microphone, capteur de luminosité, caméra... – pour mesurer des grandeurs physiques telles que l'accélération, la fréquence sonore ou encore l'éclairement, et pour en proposer une analyse graphique immédiate.

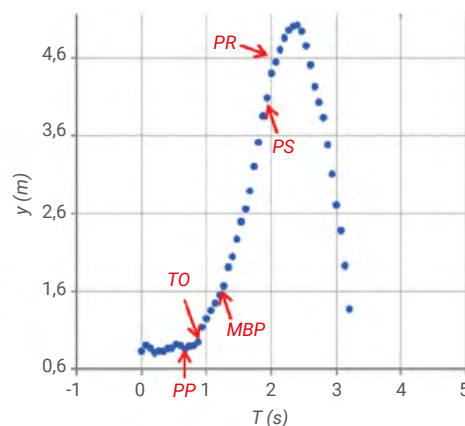
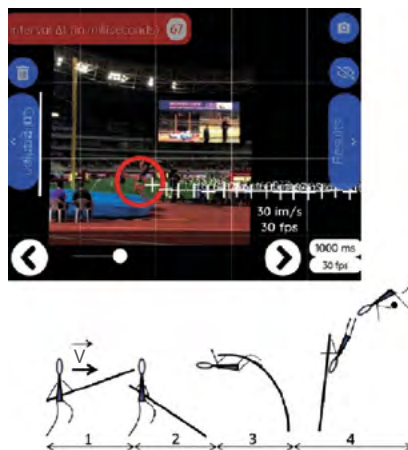
Un exemple particulièrement parlant est celui de l'analyse cinématique par capture vidéo, telle que présentée dans un article récent consacré à l'étude du saut à la perche^(g). À partir d'une simple vidéo prise avec un *smartphone*, les élèves peuvent suivre la position d'un mobile image par image, construire les graphes de position, de vitesse ou d'accélération, et relier ces représentations à différentes phases du mouvement (fig. 5). Cette démarche permet de mettre en évidence, de manière expérimentale, des notions centrales de la physique comme le mouvement, la chute libre ou les transformations d'énergie, tout en restant accessible grâce à une interface intuitive.

Ces activités rendent explicite le rôle central de la mesure, du traitement des données et de la modélisation dans la démarche scientifique. Elles montrent également que les représentations graphiques ne sont pas de simples outils mathématiques, mais des objets intermédiaires essentiels pour interpréter les phénomènes physiques.

En outre, FizziQ ne se limite pas aux capteurs intégrés des appareils mobiles. L'application peut être interfacée avec des capteurs externes (capteurs de CO_2 , de température, de pression...), ouvrant la possibilité de transformer smartphones et tablettes en véritables laboratoires de poche. Cette continuité entre instrumentation simple et instrumentation plus élaborée permet d'enrichir progressivement les investigations expérimentales, du primaire au collège, et d'ancrer encore davantage l'apprentissage de la physique dans des pratiques proches de celles des scientifiques.

Les scientifiques participent à la formation des enseignants

Que ce soit pour renouveler les approches d'enseignement ou pour consolider les connaissances scientifiques, la formation continue des enseignants joue un rôle essentiel. C'est dans cet objectif que la fondation *La main à la pâte* a créé en 2011, au cœur des universités et en partenariat avec les rectorats, les *Maisons pour la science*. Initialement déployées dans quatre académies et aujourd'hui présentes dans quinze, elles occupent une place centrale dans la formation en sciences des professeurs des écoles et des enseignants de collège. Elles proposent notamment des formations à la physique expérimentale en associant systématiquement des physiciens aux équipes de formateurs. Celles-ci portent notamment sur la physique fondamentale et les phénomènes du quotidien (lumière, son, air, équilibre, masse et volume, temps, ondes), l'énergie et ses enjeux sociétaux (ressources énergétiques, conversions, climat...), l'astronomie (système solaire, histoire des sciences, mesure du temps...), la matière (nanomonde, plasmas, verre, microélectronique) ou encore l'interdisciplinarité (liens avec les arts, la musique, le sport...).



5. Mesure et représentation graphique avec FizziQ. Le suivi vidéo et l'exploitation des capteurs d'un *smartphone* permettent de passer du phénomène observé à la donnée mesurée, puis à sa représentation graphique, renforçant les liens entre physique et mathématiques. (PP : perche plantée, TO : décollage, MPB : flexion maximale, PS : perche droite, PR : largage de la perche). Extrait de la publication^(e).

La diversité et la richesse des thématiques permettent de donner à voir des notions de physique inscrites dans une histoire et en prise avec les enjeux contemporains tout en suscitant le goût pour les sciences et en développant l'esprit critique des élèves.

Un apprentissage à cultiver tout au long de la scolarité

De la maternelle au collège, il est possible de faire vivre aux élèves une physique concrète et expérimentale, fondée sur l'observation des phénomènes, la mesure et la recherche de relations entre grandeurs. En explorant des situations issues du quotidien – une ombre qui se déplace, un équilibre

qui se modifie, des ampoules qui brillent – les élèves découvrent progressivement que le monde physique obéit à des régularités accessibles à la raison.

En articulant expérience, raisonnement et modélisation, et en établissant des liens féconds avec les mathématiques, l'histoire des sciences et les enjeux contemporains, l'enseignement de la physique dès le plus jeune âge contribue à former des élèves capables d'interroger et de comprendre le réel. Cette familiarité précoce avec la démarche scientifique constitue un enjeu éducatif majeur, qui repose sur le développement professionnel des enseignants et sur la rencontre entre le monde de la recherche et celui de l'école. ■



(a) Voir <https://fondation-lamap.org/sequence-d-activites/ombres-et-lumiere-en-maternelle>

(b) M. Hibon-Hartmann et al., *Mesurer la Terre est un jeu d'enfant*, Le Pommier (2009).

(c) Voir <https://cutt.ly/mesurer-la-circonference-terrestre-avec-un-baton>

(d) H. Arribart, E. Bernard et D. Jasmin (dir.), *40 expériences de physique élémentaire issues des leçons de Marie Curie*, EDP Sciences (2024).

(e) Voir <https://cutt.ly/comment-enseigner-le-concept-d-energie-du-cycle-3-a-4>

(f) Voir www.fizziq.org

(g) C. Chazot and U. Delabre, "Using Smartphones to Perform Kinematic Analysis in Sports with the FizziQ App: Example of the Pole Vault", *The Physics Teacher* **63** (2025) 791-793

• Fondation *La main à la pâte*, rapports d'activité et impact : <https://fondation-lamap.org/qui-sommes-nous/rapports-d-activite>

• Ressources pédagogiques en ligne : <https://fondation-lamap.org/preparez-votre-classe/themes-scientifiques-et-pedagogiques>

• Réseau des *Maisons pour la science* : www.maisons-pour-la-science.org

• Plateforme d'autoformation I@map : <https://elearning-lamap.org/>

• G. Charpak, P. Léna et Y. Quéré (dir.), *L'Enfant et la science*, Le Pommier (2005)